

# „Závazný postup č. 55

## Zkouška bezpečnosti elektrických rozněcovatel proti nejmenším proudům

### **Podstata zkoušky**

1. Zkouškou se zjišťuje hranice necitlivosti elektrického rozněcovadla k elektrickému proudu, a to extrapolací dosažených výsledků četnosti zážehů při různých hodnotách elektrického proudu grafickou metodou.

2. Výsledkem zkoušky je stanovení hodnoty stejnosměrného elektrického proudu s dostatečnou dobou průtoku, při níž je s pravděpodobností 99,99 % zjištěno, že nedojde k iniciaci elektrického rozněcovadla zkoušeného typu.

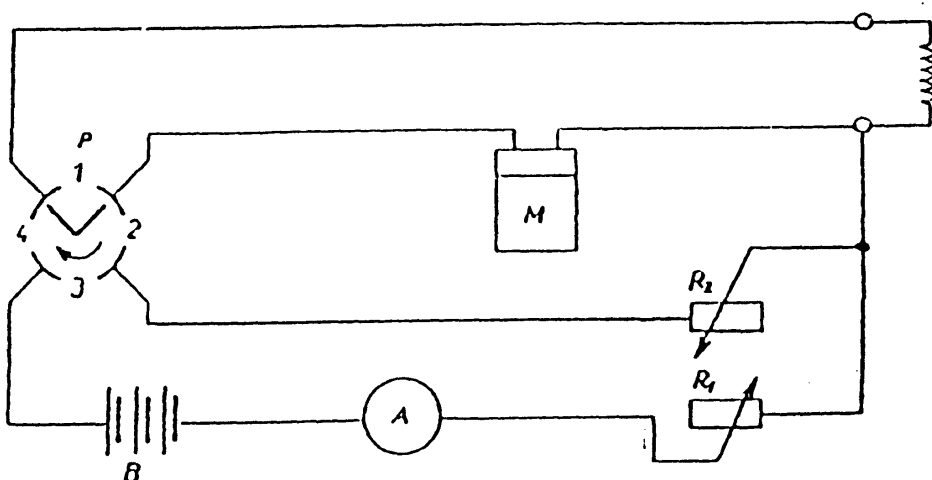
### **Význam zkoušky**

3. Podle výsledku zkoušky se rozhoduje o praktickém použití zkoušeného typu elektrického rozněcovadla.

## Zkušební zařízení

4. Zkušební zařízení sestává ze zdroje stejnosměrného proudu (u zdroje napájeného ze sítě nesmí být střídavá složka napětí na výstupu bez zatížení větší než 5 % jmenovitého napětí a nesmí se během měření měnit), dvou měnitelných odporů, ampérmetru (třídy přesnosti 1,5), přístroje pro měření odporu a čtyřpolohového přepínače.

Schéma zapojení



- B je zdroj stejnosměrného proudu  
R<sub>1</sub> R<sub>2</sub> měnitelné odpory  
A ampérmetr  
P přepínač  
M Wheatstoneův můstek upravený tak, aby v žádné poloze přepínače neprocházel měřeným odporem proud větší než 20 mA  
r zkoušené rozněcovadlo

## Výběr zkušebních vzorků

5. Zkoušejí se samotné elektrické pilule používaných typů.

Pro zkoušku se používají elektrické pilule nejnižší a nejvyšší odporové skupiny celkového odporového rozsahu, uvažovaného výrobcem pro dodávky. Pro zkoušky je zapotřebí od každé vybrané skupiny 250 kusů elektrických pilulí, pro kontrolu spodní meze 50 kusů pilulí. Každá z vybraných odporových skupin se zkouší a hodnotí samostatně.

Poznámka: Odporovou skupinou je míněn přípustný rozdíl odporů u pilulí jedné dodávky (je stanoven normou jakosti výrobku). Zaručuje-li výrobce, že u všech dodávek budou použity elektrické pilule jen jedné odporové skupiny, zkouší se jen tato skupina.

## Podmínky při zkoušce

6. Není-li předepsáno v normě jakosti výrobku jinak, zkouší se při obvyklé teplotě, tj. 15 až 25 °C.

Při zkoušce musí být dodržovány bezpečnostní předpisy pro zkoušky výbušin.

### Postup zkoušky

7. Elektrické pilule musí být před zkouškou temperovány 2 hodiny při obvyklé laboratorní teplotě, není-li v normě jakosti výrobku předepsáno jinak.

Po připojení elektrické pilule ke zkušebnímu přístroji se v základní poloze přepínače změří odpor obvodu. Zjištěná hodnota odporu obvodu se po přepnutí přepínače do polohy 2 nastaví na měnitelném odporu  $R_2$  (tzv. náhradní odpor). Po přepnutí přepínače do polohy 3 se pomocí včleněného ampérmetru a měnitelného odporu  $R_1$  nastaví na náhradním odporu  $R_2$  požadovaná hodnota stejnosměrného proudu. Přepnutím přepínače do polohy 4 se stejnosměrným proudem takto nastavené hodnoty zatíží elektrická pilule.

Hodnoty zátěžového elektrického proudu ( $I_z$ ) se volí tak, aby četnost zážehů při jedné hodnotě elektrického proudu byla v oblasti 0 až 10 %, tři různé hodnoty elektrického proudu dávaly četnost zážehů v oblasti 10 až 90 % a jedna hodnota elektrického proudu zajišťovala četnost zážehů v oblasti 90 až 100 %.

Při zkoušce se tedy použije 5 různých hodnot zátěžového elektrického proudu, přičemž na každou hodnotu se odzkouší 50 kusů elektrických pilulí.

8. Četnost zážehů v % ( $S$ ) při zvolené hodnotě elektrického proudu se vypočítá ze vzorce:

$$S = \frac{a}{50} \cdot 100,$$

kde  $a$  je počet iniciovaných pilulí.

9. Elektrická pilule smí být zatížena elektrickým proudem jen jednou. Doba protékání elektrického proudu můstkem pilule musí být volena tak, aby jeho další prodlužování neovlivnilo výsledek zkoušky.

Tato doba je stanovena v normě jakosti příslušného výrobku.

10. Výsledky představující 0 % nebo 100 % četnosti zážehů se do zkoušky (čl. 7) nezapočítávají a nutno je opakovat při zvýšené nebo snížené hodnotě elektrického proudu.

## Zhodnocení zkoušky

11. Grafické zhodnocení zkoušky se provede na diagramu, kde na osu pořadnic ( $Y$ ) se stupnicí pravděpodobnosti normálního (Gaussova) rozdělení se vynese vypočítaná hodnota četnosti zážehů v % a na osu souřadnic ( $X$ ) s lineární stupnicí se vynese zkušební hodnota elektrického proudu.

Získanými průsečíky se proloží přímka, na které se vyznačí body pro četnost zážehů (bod A = 0,01 %, bod B = 99,99 %).

12. Z průsečíku A (0,01 % četnosti zážehu) se z grafu vypočte hodnota elektrického proudu ( $I_{z0}$ ), při které je ještě s pravděpodobností 99,99 % zajištěna bezpečnost proti zážehu.

Výsledky zkoušky se vyhodnotí pro každou odporovou skupinu pilulí samostatně.

13. V těch případech, kdy proložení přímky by nebylo vzhledem k rozložení bodů v grafu přesné, nebo zjištěná hodnota  $I_{z0}$  je předmětem sporu, provede se kontrola spodní meze citlivosti elektrických rozněcovadel na hodnotu elektrického proudu předepsanou v normě jakosti zkoušeného výrobku.

Zkouší se 50 kusů elektrických rozněcovadel, které se zatěžují elektrickým proudem jednotlivě nebo více kusů zapojených do série najednou. Doba zatížení elektrickým proudem je 5 minut, přičemž každé rozněcovadlo smí být zatíženo zkušebním elektrickým proudem jen jednou. Při zkoušce nesmí dojít k zážehu rozněcovadla.

### Zápis o zkoušce

14. Zápis o zkoušce musí obsahovat:

- popis a označení výrobku (elektrické pilule), datum výroby, počet odebraných a zkoušených vzorků, důvod zkoušky,
- údaje o použitém zkušebním zařízení a metodě zkoušek;
- teplotu a vlhkost zkušebního prostoru;
- datum zkoušky;
- výsledek zkoušky.

# Závazný postup č. 56

## Stanovení obsahu vody v průmyslových trhavinách

### Všeobecně

1. Způsob stanovení se volí podle chemického složení trhavin. Stanovení obsahu vody sušením se používá u těch trhavin, které neobsahují těkavé látky (zejména kapalné estery kyseliny dusičné). Metody K. Fischera se používá pro stanovení obsahu vody do 5 % u všech trhavin, jejichž složky nereagují s Fischerovým činidlem.

2. Při stanovení musí být dodrženy bezpečnostní předpisy pro zkoušky výbušnin.

### A. STANOVENÍ OBSAHU VODY SUŠENÍM

3. Vzorek trhaviny se suší v sušárně za předepsaných podmínek do konstantní hmotnosti.

a) **P o s t u p z k o u š k y** . Do váženky průměru 80 mm se naváží 10 g vzorku s přesností 0,2 mg a rozprostře se do stejnoměrné vrstvy. Vzorek se suší při teplotě  $(60 \pm 2) ^\circ\text{C}$  v sušárně odpovídající bezpečnostním předpisům do konstantní hmotnosti (neliší-li se dvě po sobě jdoucí vážení o více než 1 mg). Po ochlazení v exsikátoru se váží.

b) **V ý p o č e t** . Obsah vody v % ( $x$ ) se vypočítá podle vzorce:

$$x = \frac{(a - b) \cdot 100}{a}$$

kde  $a$  je navážka vzorku v g,

$b$  hmotnost zbytku po vysušení v g.

Dvě souběžná stanovení se nesmějí lišit u sypkých trhavin o více než 0,1 %, u ostatních o více než 0,3 %. Průměr z obou stanovení se zaokrouhlí na desetiny procenta.

### B. STANOVENÍ OBSAHU VODY METODOU K. FISCHERA

4. Postupuje se tak, že ke vzorku se přidá 50 ml směsi bezvodého metanolu a pyridinu v poměru 1 + 1. Průměr ze dvou stanovení se zaokrouhlí na desetiny procenta.

### Záznam o zkoušce

5. Záznam o zkoušce musí obsahovat tyto údaje:

- označení vzorku,
- datum výroby trhaviny,
- datum zkoušky,
- použitá metoda,
- výsledek zkoušek.

# Závazný postup č. 57

## Metody chemického zkoušení průmyslových trhavin

### I. VŠEOBECNĚ

1. Průmyslové trhaviny jsou výbušniny, a proto při práci a jakékoliv manipulaci s nimi je nutno přísně dodržovat bezpečnostně-technické předpisy vydané příslušnými orgány. Pokud jsou některé druhy průmyslových trhavin klasifikovány jako látky zdraví škodlivé, musí zacházení s nimi odpovídat i předpisům o ochraně zdraví.

### II. ZKOUŠENÍ

2. Metodami uvedenými v této vyhlášce se stanoví chemické složení, které je výrobcem udáno v materiálovém listu průmyslové trhaviny.

3. Při zkoušení se používá – pokud není uvedeno jinak – chemikálií čistoty p. a. (u organických rozpouštědel bezvodých) a destilované vody. Není-li udána změna, váží se na analytických vahách s přesností 0,2 mg.

4. Není-li stanoveno jinak, navážka vzorků u sypkých trhavin je 5 g, u trhavin s obsahem kapalných esterů kyseliny dusičné a s obsahem nitrocelulózy je 10 g. Vzorky před zkouškami musí být upraveny rozmělněním (sypké trhaviny), nebo rozřezáním na kostky o velikosti asi 0,25 cm<sup>3</sup> (plastické a poloplastické trhaviny). Jako výsledek zkoušky se uvádí aritmetický průměr ze dvou souběžných stanovení.

5. Metod podle tohoto postupu se používá pro „zkrácené rozbory“ i pro „úplné a rozhodčí rozbory“. Pod pojmem „zkrácené rozbory“ se rozumí analytické postupy určené k rychlé kontrole technologie výroby popř. k rychlému stanovení celkových obsahů složek, které jsou nositeli výbušninářských vlastností. Postupy zkrácených rozborů jsou uvedeny v odstavcích 7, 9, 16, 23, 24 a 25.

6. Přehled jednotlivých zkušebních metod podává tab. 1.

Tab. 1.

		Zkušební postup pro trhaviny	Čí.	
Trhaviny	na bázi ledků	Stanovení obsahu látek extrahovatelných organickým rozpouštědlem	7	
		Stanovení obsahu kapalných esterů kyseliny dusičné, obsahu nitrolátek a obsahu maziv vedle sebe	8	
		Stanovení obsahu látek rozpustných ve vodě	9	
		Stanovení obsahu dusičnanu amonného	10	
		Stanovení obsahu dusičnanu amonného a dusičnanu sodného vedle sebe	11	
		Stanovení obsahu dusičnanu amonného a dusičnanu vápenatého vedle sebe	12	
		Stanovení obsahu dusičnanu amonného a chloridu sodného vedle sebe	13	
		Stanovení obsahu dusičnanu amonného, dusičnanu vápenatého a chloridu sodného vedle sebe	14	
		Stanovení obsahu dusičnanu amonného a chloridu amonného vedle sebe	15	
		Stanovení obsahu látek nerozpustných v organickém rozpouštědle a ve vodě	16	
		Stanovení obsahu hliníku	17	
		Stanovení obsahu nitrocelulózy	18	
		Stanovení obsahu látek rozpustných v kyselině chlorovodíkové	19	
		Stanovení obsahu dřevěné moučky	20	
		Stanovení celkového obsahu kysličníku křemičitého, mastku, síranu barnatého, event. anorganického barviva	21	
		Stanovení obsahu stearanu zinečnatého	22	
		na bázi pentritu	Stanovení obsahu pentritu	23
			Stanovení obsahu látek rozpustných ve vodě	24
			Stanovení obsahu hydrouhličitanu sodného	25
			Stanovení obsahu látek nerozpustných v organickém rozpouštědle a ve vodě	26
			Stanovení obsahu síranu barnatého	27
			Stanovení obsahu ocelového prášku	28
Stanovení obsahu změkčovadla nebo plastického pojidla	29			

### Stanovení obsahu látek extrahovatelných organickým rozpouštědlem

7. Obsah látek extrahovatelných organickým rozpouštědlem (dále jen extraktu) se stanoví vázkově. Způsob stanovení se volí podle účelu zkoušky a chemického složení trhaviny. Pro úplné rozhodčí rozborů se používá postupů A, B, E a F, pro zkrácené

rozbory postupů C a D; postupy A a C jsou určeny pro trhaviny s obsahem kapalných esterů kyseliny dusičné a s obsahem nitrocelulózy, postupy B a D pak pro ostatní trhaviny, tj. bez esterů kyseliny dusičné a nitrocelulózy, s obsahem organických nitrolátek, postupu E se používá pro trhaviny typu DAP obsahující technický dusičnan amonný s podíly ve vodě rozpustných i nerozpustných solí vápenatých a organické palivo.

Poznámka: Postupu A se používá rovněž pro trhavinu s obsahem organických nitrolátek a vody do 10% plastifikátoru; u tekutých trhavin tohoto typu s obsahem vody nad 10% se postupuje podle čl 7F.

*A. Vzorek se extrahuje za předepsaných podmínek dietyléterem (dále jen éterem).*

a) **C h e m i k á l i e**

Éter

b) **P o s t u p z k o u š k y.** Na papírový filtr se naváží 10 g vzorku, navážka se do filtru zabalí a takto vzniklý smotek se vpraví do skleněné extrakční vložky rychloextraktoru. Do baňky rychloextraktoru, předem vysušené a zvážené, se odměří 150 ml éteru, přístroj se sestaví (obr. 1) a vzorek se extrahuje 16 hodin. Po ukončení extrakce se z baňky oddestiluje téměř veškerý éter, jeho zbytek se odstraní odsáváním vzduchu z baňky, baňka se zbytkem se suší v exsíkátoru nad kyselinou sírovou ( $h = 1,84$ ) a po 24 hodinách se váží do konstantní hmotnosti.

b) **V ý p o č e t.** Obsah extraktu v % ( $x$ ) se vypočítá podle vzorce:

$$x = \frac{100 \cdot b}{a},$$

kde  $a$  je navážka vzorku v g,

$b$  hmotnost vzorku po extrakci éteru v g.

*B. Vzorek se extrahuje za předepsaných podmínek éterem.\*)*

a) **C h e m i k á l i e**

Éter

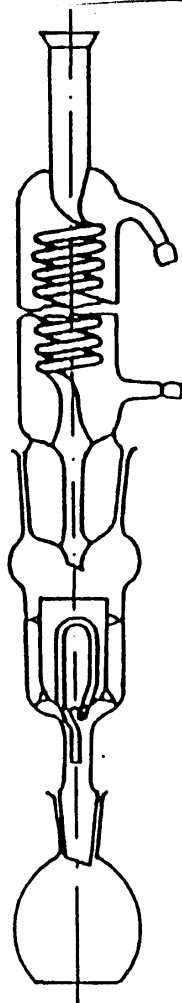
b) **P o s t u p z k o u š k y.** Do předem vysušeného a zváženého filtračního kelímku typu S2 s vložkou papírového filtru se naváží 5 g vzorku, navážka se volně zatíží filtrem ze slinutého skla<sup>\*\*)</sup> vhodné velikosti a kelímeček se vloží do rychloextraktoru na kovovou

\*) Povoluje se i použití metylenchloridu

\*\*\*) Slinutý skleněný filtr deskový, kruhový, tř. velikosti pórů P 160 až P 250, vhodného průměru a tloušťky



podložku s kruhovými otvory. Do baňky rychloextraktoru, předem vysušené a zvážené, se odměří 150 ml éteru, přístroj se sestaví (obr. 2) a vzorek se extrahuje 16 hodin. Po ukončení extrakce se z baňky oddestiluje téměř veškerý éter, jeho zbytek se odstraní odsáváním vzduchu z baňky, baňka se zbytkem se suší v exsikátoru nad kyselinou sírovou ( $h = 1,84$ ) a po 24 hodinách se váží do konstantní hmotnosti.



*Obr. 1. Rychloextraktor*  
(schéma zapojení aparatury pro extrakci postupem podle čl. 7A)

c) V ý p o č e t. Obsah extraktu v % ( $x$ ) se vypočítá podle vzorce:

$$x = \frac{100 \cdot b}{a},$$

kde  $a$  je navážka vzorku v g,

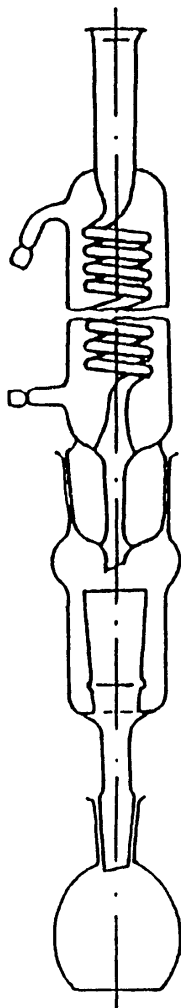
$b$  hmotnost vzorku po extrakci éterem v g.

C. Vzorek se extrahuje promýváním toluenem.

a) Chemikálie

Toluen

- b) Postup zkoušky. Do předem vysušeného a zváženého kelímku typu S3 se naváží 10 g vzorku a po částech a za občasných promíchávání vzorku skleněnou tyčinkou se promývá celkem 200 ml toluenu s použitím mírného podtlaku.\*) Kelímek se zbytkem se suší 3 hodiny při 65 °C a po vychladnutí v exsikátoru se váží.



Obr. 2 Rychloextraktor

(schéma sestavení aparatury pro extrakci postupem podle čl. 7B)

- c) Výpočet. Obsah extraktoru v % ( $x$ ) se vypočítá podle vzorce:

$$x = \frac{(a - b) \cdot 100}{a},$$

\*) Např. pomocí filtračního zařízení podle Witta.

kde  $a$  je navážka vzorku v g,  
 $b$  hmotnost vzorku po promytí toluenem v g.

*D. Vzorek se extrahuje promýváním benzenem, popř. chloridem uhličitým.*

a) **C h e m i k á l i e**

Benzen

Chlorid uhličitý

b) **P o s t u p z k o u š k y.** Do předem vysušeného a zváženého papírového filtru (bílá nebo černá páska), připraveného k filtraci na nálevce, se naváží 5 g vzorku, filtr s navážkou se umístí do nálevky a po částech se promývá celkem 200 ml benzenu, popř. chloridu uhličitého (jsou-li přítomna parafinická maziva). Filtr se zbytkem se suší 3 hodiny při 65 °C a po vychladnutí v exsikátoru se váží.

c) **V ý p o č e t.** Obsah extraktu v % ( $x$ ) se vypočítá podle vzorce:

$$x = \frac{(a - b) \cdot 100}{a},$$

kde  $a$  je navážka vzorku v g,

$b$  hmotnost vzorku po promytí benzenem popř. chloridem uhličitým v g.

*E. Vzorek se extrahuje promýváním petrolejovým éterem.*

a) **C h e m i k á l i e**

Petroléter (dest. rozmezí 30 až 70 °C)

b) **P o s t u p z k o u š k y.** Do předem vysušeného a zváženého filtračního kelímku typu S3 se naváží 5 g vzorku, kelímek se vzorkem se umístí do nálevky odsávacího zařízení<sup>\*)</sup>, přidá se 15 ml petroléteri a vzorek se promíchá malou skleněnou tyčinkou. Ke konci promývání se petroléter odsaje s použitím mírného podtlaku. Tento postup se opakuje ještě čtyřikrát (tzn. promytí vzorku celkem 75 ml. petroléteri). Zbytek v kelímku se poklepem rozmělní, ponechá se 30 minut volně sušit při teplotě místnosti a pak se váží.

c) **V ý p o č e t.** Obsah extraktu v % ( $x$ ) se vypočítá podle vzorce:

---

\*) Filtrační zařízení podle Witta.

$$x = \frac{(a - b) \cdot 100}{a},$$

kde  $a$  je navážka vzorku v g,

$b$  hmotnost vzorku po promytí petroléterem v g.

Poznámka: Ze zbytku vzorku podle čl. 7E se provede stanovení vlhkosti metodou A.

*F. Vzorek se extrahuje promýváním metylenchloridem.*

a) **C h e m i k á l i e**

Metylenchlorid

b) **P o s t u p z k o u š k y.** Do kádinky na 250 ml se naváží 10 g vzorku, přidá se 20 ml metylenchloridu, důkladně se promíchá a ponechá se v klidu do usazení zbytku. Čirý roztok nad usazeninou se opatrně filtruje do předem vysušené a zvážené baňky rychloextraktoru (viz čl. 7A, resp. 7B). Promývání metylenchloridem se za stejných podmínek opakuje ještě dvakrát. Ze spojených filtrátů se oddestiluje téměř veškerý metylenchlorid, jeho zbytek se odstraní odsáváním vzduchu z baňky, baňka se zbytkem se suší v exsikátoru nad kyselinou sírovou ( $h = 1,84$ ) a po 24 hodinách se váží do konstantní hmotnosti.

c) **V ý p o č e t.** Obsah extraktu v % ( $x$ ) se vypočítá podle vzorce:

$$x = \frac{100 \cdot b}{a},$$

kde  $a$  je navážka vzorku v g,

$b$  hmotnost odparku v g.

### **Stanovení celkových obsahů kapalných esterů kyseliny dusičné, nitrolátek a maziv vedle sebe**

8. Extrakt ze zkoušky podle čl. 7 se redukuje a vážkově se stanoví zbytek po redukcí železem a zbytek po redukcí chloridem železnatým.

a) **C h e m i k á l i e**

Kyselina chlorovodíková, roztok 25% ( $h = 1,125$ )

Železo práškové

Síran sodný bezvodý

Éter

Etylalkohol

Chloroform

Chlorid sodný, nasycený vodný roztok

Chlorid železnatý, roztok

Příprava: Do baňky na 750 ml se naváží 90 g kusového železa (hřebíky) předem promytého éterem, přidá se 460 ml kyseliny chlorovodíkové ( $h = 1,125$ ) a udržuje se ve varu pod zpětným chladičem do rozpuštění. Po vychladnutí se roztok zfiltruje do hnědé zásobní láhve.

b) P o s t u p z k o u š k y.

ba) *Redukce roztokem chloridu železnatého.* K extraktu podle čl. 7 se přidá 40 ml kyseliny chlorovodíkové, 50 ml roztoku chloridu železnatého, baňka se uzavře a roztok se odstaví na 72 hodiny, přičemž se občas promíchá. Pak se roztok vpraví do dělicí nálevky na 1000 ml, v níž je předloženo 200 ml nasyceného roztoku chloridu sodného. Baňka, v níž bylo redukováno, se vypláchne 10 ml etylalkoholu, pak 50 ml chloroformu, které se přidají k obsahu dělicí nálevky. Směs se intenzivně protřepává 3 minuty, po oddělení fází se chloroformová vrstva oddělí. Vytřepávání včetně vypláchnutí baňky chloroformem se opakuje ještě dvakrát. Spojené chloroformové výtřepky se převedou do další dělicí nálevky s 200 ml nasyceného roztoku chloridu sodného, jímž se chloroformové výtřepky promývají. Promývání dalšími podíly nasyceného roztoku chloridu sodného se opakuje, až se již vodná vrstva nebarví žlutě. Chloroformové výtřepky se pak vysuší bezvodým síranem sodným (6 hodin), kvantitativně zfiltrují filtračním papírem (bílá páska) do suché a předem zvažené baňky na 250 ml a chloroform se oddestiluje. Poslední stopy chloroformu se z baňky odsají pomocí vývěvy. Zbytek v baňce se suší v exsikátoru nad kyselinou sírovou ( $h = 1,84$ ) a pak se váží do konstantní hmotnosti.

bb) *Redukce železem.* K extraktu podle čl. 7 se přidá 10 ml etylalkoholu, po rozpuštění 40 ml kyseliny chlorovodíkové, po částech 4 až 5 g práškového železa a odstaví se na 2 hodiny, přičemž se obsah baňky občas promíchá (tmavé zbarvení roztoku se změni v zelené). Roztok se pak vpraví do dělicí nálevky na 1000 ml, v níž je předloženo 200 ml nasyceného roztoku chloridu sodného. Baňka, v níž bylo redukováno, se vypláchne 10 ml etylalkoholu, pak 50 ml chloroformu (popř. éteru), které se přidají k obsahu dělicí nálevky. Roztok v dělicí nálevce se vytřepává a dále zpracuje obdobným způsobem jako v čl. 8ba).

c) V ý p o č e t. Celkový obsah kapalných esterů kyseliny dusičné v % ( $u$ ), nitrolátek v % ( $v$ ) a maziv v % ( $y$ ) se vypočítá podle vzorce:

$$u = x - \frac{100 \cdot b}{a};$$

$$v = x - u - \frac{100 \cdot c}{a};$$

$$y = \frac{100 \cdot c}{a},$$

kde  $a$  je navážka vzorku podle čl. 7 v g,

$b$  hmotnost zbytku po redukci roztokem chloridu železnatého podle čl. 8ba) v g,

$c$  hmotnost zbytku po redukci železem podle čl. 8bb) v g,

$x$  obsah extraktu, zjištěný podle čl. 7, v %.

### Stanovení obsahu látek rozpustných ve vodě

9. Zbytek vzorku po extrakci organickým rozpouštědlem se extrahuje vodou. Způsob stanovení látek rozpustných ve vodě se volí podle účelu zkoušky a chemického složení trhaviny. Pro úplné a rozhodčí rozbory se používá postupů A, B, E a F, pro zkrácené rozbory pak postupů C, D, popř. E, jimiž se vážkově zjistí celkový obsah látek rozpustných ve vodě.

A. Suchý zbytek vzorku ze zkoušky podle čl. 7A se převede do třecí misky, rozdrtí se a vpraví se do kádinky na 400 ml. Třecí miska se několikrát promyje horkou vodou (80 °C), přičemž se jednotlivé podíly, jakož i voda, kterou se promývá papírový filtr z extrakce vzorku, převedou do kádinky s rozdrceným zbytkem. Obsah kádinky se doplní horkou vodou asi do 250 ml, důkladně se promíchá a kvantitativně se filtruje předem vysušeným a zváženým papírovým filtrem (bílá páska) do odměrné baňky na 500 ml. Filtr se zbytkem se suší při 100 °C do konstantní hmotnosti a po vychladnutí v exsikátoru se váží. Filtrát v odměrné baňce se při 20 °C doplní vodou po značku a důkladně se promíchá. Tento roztok se uchová pro zkoušky podle čl. 10 až 15.

Obsahuje-li trhavina karboxymethylcelulózu, upravuje se postup takto: Suchý zbytek vzorku ze zkoušky podle čl. 7A se převede do kádinky na 400 ml, rozdrtí se skleněnou tyčinkou, přidá se 250 ml horké vody a za míchání se zbytek rozpouští. Zakalený roztok se kvantitativně převede do odměrné baňky na 500 ml, při 20 °C se doplní vodou po značku a důkladně se promíchá. Tento roztok se uchová pro zkoušky podle čl. 10 až 15.

B. Kelímek se suchým zbytkem vzorku ze zkoušky podle čl. 7B se umístí do nálevky a po částech se promývá celkem 250 ml horké vody (80 °C), přičemž filtrát se jímá do odměrné baňky na 500 ml. Během promývání se z kelímku vyjme filtr ze slinutého skla, jímž byl původní vzorek zatížen, a promyje se horkou vodou do kelímku. Kelímek se zbytkem po promytí vodou se suší při 100 °C do konstantní hmotnosti a

po vychladnutí v exsikátoru se váží. Filtrát v odměrné baňce se při 20 °C doplní vodou po značku a důkladně se promíchá. Tento roztok se uchová pro zkoušky podle čl. 10 až 15.

C. Kelímek se zbytkem vzorku ze zkoušky podle čl. 7C se po částech a za rozměňování a promíchávání zbytku skleněnou tyčinkou promývá celkem 250 ml horké vody (80 °C) s použitím mírného podtlaku. Kelímek se zbytkem po promývání vodou se suší 3 hodiny při 100 °C a po vychladnutí v exsikátoru se váží.

a) V ý p o č e t. Celkový obsah látek rozpustných ve vodě v % ( $y$ ) se vypočítá podle vzorce:

$$y = \frac{(b - c) \cdot 100}{a},$$

kde  $a$  je navážka vzorku podle čl. 7C v g,

$b$  hmotnost vzorku po promytí toluenem podle čl. 7C v g,

$c$  hmotnost vzorku po promytí toluenem a vodou v g.

D. Filtr se zbytkem vzorku ze zkoušky podle čl. 7D se umístí do nálevky a po částech se promývá celkem 250 ml horké vody (80 °C). Filtr se zbytkem po promývání vodou se suší 3 hodiny při 100 °C a po vychladnutí v exsikátoru se váží.

a) V ý p o č e t. Celkový obsah látek rozpustných ve vodě v % ( $y$ ) se vypočítá podle vzorce:

$$y = \frac{(b - c) \cdot 100}{a},$$

kde  $a$  je navážka vzorku podle čl. 7D v g,

$b$  hmotnost vzorku po promytí benzenem, popř. chloridem uhličitým podle čl. 7D v g,

$c$  hmotnost vzorku po promytí benzenem popř. chloridem uhličitým a po promytí vodou v g.

E. Kelímek se zbytkem vzorku ze zkoušky podle čl. 7E (po stanovení vlhkosti) se po částech a za rozměňování a promíchávání zbytku skleněnou tyčinkou promývá celkem 200 ml horké vody (80 °C) s použitím mírného podtlaku, přičemž se filtrát jímá do odměrné baňky na 500 ml. Kelímek se zbytkem po promytí vodou se suší 3 hodiny při 100 °C a po vychladnutí v exsikátoru se váží. Filtrát v odměrné baňce se

při 20 °C doplní vodou po značku a důkladně se promíchá. Tento roztok se uchová pro zkoušky podle čl. 10 až 15.

- a) **V ý p o č e t.** Celkový obsah látek rozpustných ve vodě v % ( $y$ ) se vypočítá podle vzorce:

$$y = \frac{(b - c) \cdot 100}{a},$$

- kde  $a$  je navážka vzorku podle čl. 7E v g,  
 $b$  hmotnost vzorku po promytí petroléterem a po stanovení vlhkosti podle čl. 7E v g,  
 $c$  hmotnost vzorku po promytí petroléterem, po stanovení vlhkosti a po promytí vodou v g.

- F. Tento postup platí pro stanovení látek rozpustných ve vodě u trhavin s obsahem nitrolátek a vody jako plastifikátoru. Suchý zbytek vzorku ze zkoušky podle čl. 7A nebo 7F se převede kvantitativně pomocí 250 ml horké vody (80°C) do odměrné baňky na 500 ml, při 20°C se doplní vodou po značku, důkladně se promíchá a tento roztok se použije pro zkoušky podle čl. 10 až 15.

### **Stanovení obsahu dusičnanu amonného**

- 10. Obsah dusičnanu amonného se stanoví buď metodou A nebo B.**

#### **M e t o d a A**

Po přidavku formaldehydu k roztoku vzorku se titruje uvolněná kyselina odměrným roztokem hydroxidu sodného.

- a) **C h e m i k á l i e**  
Hydroxid sodný, roztok 0,5 N  
Formaldehyd, roztok 40%  
Fenolftalein – indikátor
- b) **P o s t u p z k o u š k y.** Do titrační baňky na 250 ml se pipetuje 50 ml roztoku podle čl. 9A nebo 9B resp. 9E, přidá se 10 ml roztoku formaldehydu předem zneutralizovaného na fenolftalein, promíchá se a ponechá se v klidu 1 až 2 minuty. Pak se přidá fenolftalein – indikátor a titruje se 0,5 N roztokem hydroxidu sodného do růžového zbarvení, které do 1 minuty nemizí.
- c) **V ý p o č e t.** Obsah dusičnanu amonného v % ( $x$ ) se vypočítá podle vzorce:



$$x = \frac{b \cdot 0,04 \cdot 1000}{a},$$

kde  $a$  je navážka vzorku podle čl. 7A nebo 7B, resp. 7E v g,

$b$  spotřeba 0,5 N roztoku hydroxidu sodného v ml.

## Metoda B

Amoniak uvolněný hydroxidem sodným se predestiluje do odměrného roztoku kyseliny sírové. Nadbytek kyseliny sírové se titruje odměrným roztokem hydroxidu sodného.

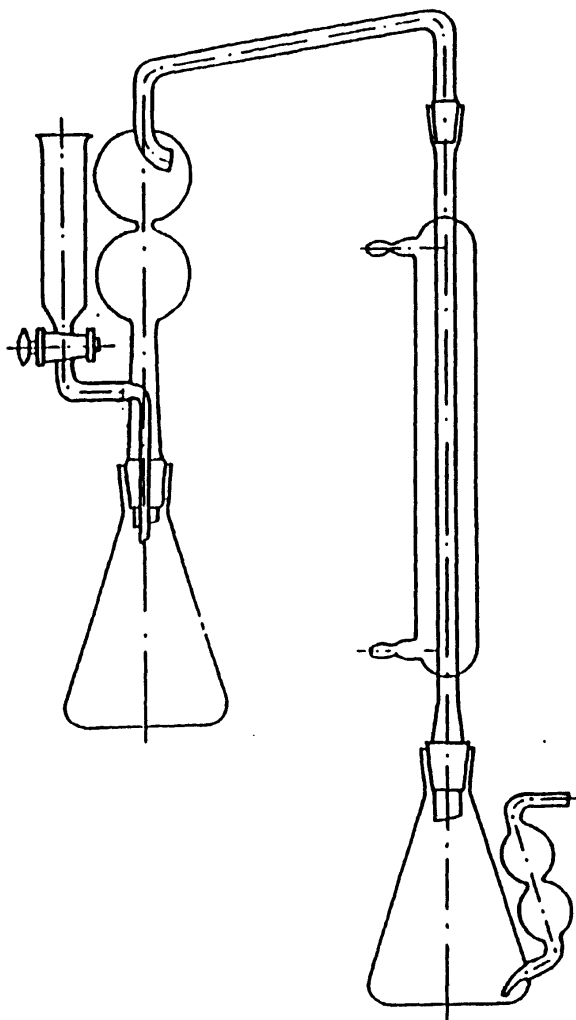
### a) Chemikálie

Kyselina sírová, roztok 0,25 N

Hydroxid sodný, roztok 0,25 N a 30%

Tashiro – indikátor

b) Postup zkoušky. Do varné baňky destilačního přístroje na stanovení dusíku (obr. 3) se pipetuje 50 ml roztoku podle čl. 9A nebo 9B, přidá se 150 ml vody a přístroj se sestaví, přičemž do předlohy se předloží 50 ml 0,25 N roztoku kyseliny sírové. Do varné baňky se pak přidá 20 ml 30% roztoku hydroxidu sodného, obsah baňky se uvede k varu, v němž se pokračuje, až predestiluje 80 až 100 ml. Po skončení destilace se k roztoku v předloze přidá Tashiro – indikátor a titruje se 0,25 N roztokem hydroxidu sodného do změny zbarvení indikátoru. Současně se provede slepé stanovení.



Obr. 3 Destilační přístroj na stanovení dusíku

c) V ý p o č e t. Obsah dusičnanu amonného v % ( $y$ ) se vypočítá podle vzorce:

$$y = \frac{(b - c) \cdot 0,020 \cdot 1000}{a},$$

kde  $a$  je navážka vzorku podle čl. 7A nebo 7B v g,

$b$  spotřeba 0,25 N roztoku hydroxidu sodného na slepé stanovení v ml,

$c$  spotřeba 0,25 N roztoku hydroxidu sodného na vlastní stanovení v ml.

#### Stanovení obsahu dusičnanu amonného a dusičnanu sodného vedle sebe

11. Stanoví se celkový dusík redukcí Dewardovou slitinou v alkalickém prostředí a destilací uvolněného amoniaku do odměrného roztoku kyseliny sírové. Ve stejném podílu se stanoví amoniakální dusík metodou A podle čl. 10. Z rozdílu se vypočítá obsah obou složek.

a) **C h e m i k á l i e**

Kyselina sírová, roztok 0,25 N  
Hydroxid sodný, roztok 0,25 N a 30%  
Dewardova slitina  
Tashiro – indikátor

b) **P o s t u p z k o u š k y.**

ba) *Stanovení celkového dusíku.* Do varné baňky destilačního přístroje na stanovení dusíku se pipetuje 25 ml roztoku podle čl. 9A, přidá se 200 ml vody, 2,5 g Dewardovy slitiny, přístroj se sestaví, přičemž do předlohy se předloží 50 ml 0,25 N roztoku kyseliny sírové. Do varné baňky se pak přidá 20 ml 30% roztoku hydroxidu sodného. Jakmile ustane vývoj vodíku, uvede se obsah baňky k varu, v němž se pokračuje, až předestiluje 80 až 100 ml. Po skončení destilace se k roztoku v předloze přidá Tashiro – indikátor a titruje se 0,25 N roztokem hydroxidu sodného do změny zbarvení indikátoru. Současně se provede slepé stanovení.

Obsah celkového dusíku v % ( $x$ ) se vypočítá podle vzorce:

$$x = \frac{(b - c) \cdot 0,0035 \cdot 2000}{a},$$

kde  $a$  je navážka vzorku podle čl. 7A v g,

$b$  spotřeba 0,25 N roztoku hydroxidu sodného na slepé stanovení v ml,

$c$  spotřeba 0,25 N roztoku hydroxidu sodného na vlastní stanovení v ml.

bb) *Stanovení amoniakálního dusíku.* Provede se s 50 ml roztoku podle čl. 9A metodou A podle čl. 10.

Obsah amoniakálního dusíku v % ( $y$ ) se vypočítá podle vzorce:

$$y = \frac{b \cdot 0,007 \cdot 1000}{a},$$

kde  $a$  je navážka vzorku podle čl. 7A v g,

$b$  spotřeba 0,5 N roztoku hydroxidu sodného v ml.

c) **V ý p o č e t.** Obsah dusičnanu amonného v % ( $u$ ) a obsah dusičnanu sodného v % ( $z$ ) se vypočítávají podle vzorců:

$$z = (x - 2y) \cdot 6,071$$

$$u = y \cdot 5,7174$$

kde  $x$  a  $y$  jsou hodnoty obsahu celkového a amoniakálního dusíku zjištěné podle čl. 11b) v %,

5,7174 přepočítávací faktor pro dusičnan amonný,

6,071 přepočítávací faktor pro dusičnan sodný.

### **Stanovení dusičnanu amonného a dusičnanu vápenatého vedle sebe**

**12.** Stanovení obsahu dusičnanu amonného se provede metodou B (u trhavin typu DAP metodou A) podle čl. 10. Obsah dusičnanu vápenatého se stanoví chelatometricky.

a) **C h e m i k á l i e.**

Chelaton 3, roztok 0,02 M

Síran hořečnatý, roztok 0,02 M

Tlumivý roztok podle Schwarzenbacha

Eriochromčern – indikátor (1+100 s chloridem sodným)

b) **P o s t u p z k o u š k y .** Do titrační baňky na 250 ml se pipetuje 25 ml roztoku podle čl. 9A nebo 9E, přidá se 10 ml tlumivého roztoku, 1 ml 0,02 M roztoku síranu hořečnatého, tolik eriochromčerně – indikátoru, aby se roztok zbarvil červeně a titruje se 0,02 M roztokem Chelatonu 3 do změny zbarvení roztoku z červeného v modré. Současně se provede slepé stanovení.

c) **V ý p o č e t.** Obsah dusičnanu vápenatého v % ( $x$ ) se vypočítá podle vzorce:

$$x = \frac{(b - c) \cdot 0,003282 \cdot 2000}{a},$$

kde  $a$  je navážka vzorku podle čl. 7A nebo 7Ev g,

$b$  spotřeba 0,02 M roztoku Chelatonu 3 na vlastní stanovení v ml,

$c$  spotřeba 0,02 M roztoku Chelatonu 3 na slepé stanovení v ml.

### **Stanovení obsahu dusičnanu amonného a chloridu sodného vedle sebe**

13. Stanovení obsahu dusičnanu amonného se provede metodou A nebo B podle čl. 10. Chlorid sodný se stanoví titrací odměrným roztokem dusičnanu stříbrného.

a) **C h e m i k á l i e.**

Dusičnan stříbrný, roztok 0,1 N

Fluorescein – indikátor

b) **P o s t u p z k o u š k y.** Do titrační baňky na 100 ml se pipetuje 25 ml roztoku podle čl. 9A nebo 9B, přidá se 25 ml vody, 5 kapek fluoresceinu – indikátoru a titruje se 0,1 N roztokem dusičnanu stříbrného, až se vznikající sraženina růžově zbarví.

c) **V ý p o č e t.** Obsah chloridu sodného v % ( $x$ ) se vypočítá podle vzorce:

$$x = \frac{b \cdot 0,0058454 \cdot 2000}{a},$$

kde  $a$  je navážka vzorku podle čl. 7A nebo 7B v g,

$b$  spotřeba 0,1 N roztoku dusičnanu stříbrného v ml.

### **Stanovení obsahu dusičnanu amonného, dusičnanu vápenatého a chloridu sodného vedle sebe**

14. Stanovení obsahu dusičnanu amonného se provede metodou B podle čl. 10, obsah dusičnanu vápenatého se stanoví podle čl. 12, obsah chloridu sodného se stanoví podle čl. 13.

### **Stanovení obsahu dusičnanu sodného a chloridu amonného vedle sebe**

15. Stanoví se celkový a amoniakální dusík postupem podle čl. 11 a vypočítá se obsah obou složek:

a) **V ý p o č e t.** Obsah dusičnanu sodného v % ( $u$ ) a obsah chloridu amonného v % ( $v$ ) se vypočítají podle vzorců:

$$u = (x - y) \cdot 6,071$$
$$v = y \cdot 3,819,$$

kde  $x$  a  $y$  jsou hodnoty obsahu celkového a amoniakálního dusíku zjištěné podle čl. 11b) v %,

6,071 je přepočítávací faktor pro dusičnan sodný,

3,819 je přepočítávací faktor pro chlorid amonný.

### Stanovení celkového obsahu látek nerozpustných v organickém rozpouštědle a ve vodě (stanovení nerozpustného podílu)

16. Obsah látek nerozpustných v organickém rozpouštědle a ve vodě v % ( $Z$ ) se vypočítá podle vzorce:

$$Z = \frac{100 \cdot c}{a},$$

kde  $a$  je navážka vzorku podle čl. 7 v g,

$c$  hmotnost vzorku po extrakci organickým rozpouštědlem a vodou podle čl. 9 v g.

Poznámka: Obsahuje-li trhavina karboxymethylcelulózu, stanoví se obsah látek nerozpustných v organickém rozpouštědle a ve vodě dopočtem do 100 %. Obdobně dopočtem do 100 % se stanoví obsah guaru u trhavin plastifikovaných vodou.

### Stanovení obsahu hliníku

17. Hliník se oddělí z nerozpustného podílu rozpuštěním v kyselině chlorovodíkové a jeho obsah se stanoví chelatometricky.

#### a) Chemikálie

Kyselina chlorovodíková, roztok 2,5 N

Chelaton 3, roztok 0,1 M

Síran zinečnatý, roztok 0,1 M

Pyridin

Eriochromčern – indikátor (1 + 100 s chloridem sodným)

b) P o s t u p z k o u š k y . Z filtru po zkoušce podle čl. 9A se zbytek kvantitativně převede do kádinky na 400 ml, přidá se 25 ml 2,5 N roztoku kyseliny chlorovodíkové, kádinka se přikryje hodinovým sklem a zbytek se rozpouští za chlazení vodou. Po rozpuštění se sklo a stěny kádinky opláchnou horkou vodou a obsah kádinky se zahřívá k varu, aby se rozpustily poslední zbytky hliníku. Roztok se pak kvantitativně filtruje původním filtrem do odměrné baňky na 250 ml s použitím asi 150 ml horké vody (80 °C). Filtr se zbytkem se suší při 100 °C do konstantní hmotnosti a po vychladnutí se váží.

Filtrát v odměrné baňce se při 20 °C doplní vodou po značku a důkladně se promíchá. Z tohoto roztoku se pipetuje 10 ml do kádinky na 250 ml, přidá se 20 ml 0,1 M roztoku Chelatonu 3 (pipetou), voda do 100 ml, za míchání 20 ml pyridinu, 0,2 g eriochromčerní – indikátoru a titruje se 0,1 M roztokem síranu zinečnatého do změny zbarvení roztoku z modrého v purpurové. Současně se provede slepé stanovení.

- Poznámky: 1. Obsahuje-li trhavina karboxymethylcelulózu, stanoví se hliník takto: Suchý zbytek vzorku ze zkoušky podle čl. 7A se na filtru rozmělní a v dávkách po 20 ml se promývá celkem 100 ml horkého benzenu. Promytý zbytek vzorku se kvantitativně převede do kádinky na 400 ml, přidá se 25 ml 2,5 N roztoku kyseliny chlorovodíkové, kádinka se přikryje hodinovým sklíčkem a hliník se rozpouští jak uvedeno v čl. 17b). Roztok se pak kvantitativně převede do odměrné baňky na 250 ml, při 20 °C se doplní vodou po značku a důkladně se promíchá. Dále se postupuje jak udáno výše.
2. U sypkých trhavin obsahujících hliník se postupuje takto: Z filtračního kelímku po zkoušce podle čl. 9B se opatrně vyjme papírový filtr se zbytkem vzorku, vloží se do kádinky na 400 ml, přidá se 25 ml 2,5 N roztoku kyseliny chlorovodíkové, rozpouští se jak uvedeno v čl. 17b), roztok se kvantitativně filtruje do odměrné baňky na 250 ml, filtrát se doplní při 20 °C vodou po značku a důkladně se promíchá. Dále se postupuje jak udáno výše.

c) **V ý p o č e t .** Obsah hliníku v % ( $x$ ) se vypočítá podle vzorce:

$$x = \frac{(b - c) \cdot 0,002698 \cdot 2500}{a},$$

kde  $a$  je navážka vzorku podle čl. 7A nebo 7B v g,

$b$  spotřeba 0,1 M roztoku síranu zinečnatého na slepé stanovení v ml,

$c$  spotřeba 0,1 M roztoku síranu zinečnatého na vlastní stanovení v ml.

### Stanovení obsahu nitrocelulózy

18. Nitrocelulóza se oddělí z nerozpustného podílu rozpuštěním v acetonu a po jeho odpaření se stanoví vážkově.

a) **C h e m i k á l i e**

Aceton

b) **P o s t u p z k o u š k y .** Z filtru po zkoušce podle čl. 17 (popř. podle čl. 9A, není-li přítomen hliník) se zbytek kvantitativně převede do kádinky na 250 ml, přidá se 100 ml acetonu a udržuje se ve varu na vodní lázni do rozpuštění klků nitrocelulózy.

Kádinka zakrytá hodinovým sklem se pak ponechá v klidu po dobu 12 hodin, čirý roztok se filtruje původním filtrem do druhé kádinky na 250 ml, zbytek v kádince se dekantuje dvakrát 25 ml acetonu a opět se filtruje původním filtrem. Nerozpustný

zbytek v kádince se malým množstvím acetonu kvantitativně převede na filtr, který se pak suší při teplotě 100 ° do konstantní hmotnosti a po vychladnutí v exsikátoru se váží.

Spojené acetonové filtráty se kvantitativně po částech odpaří na vodní lázni v předem vyžihané a zvážené křemenné misce. Před ukončením úplného odpaření acetonu se do misky přidá 1 ml vody (vysrážení nitrocelulózy) a odpaří se k suchu. Miska s odparem se suší při 80 °C do konstantní hmotnosti a po vychladnutí v exsikátoru se váží. Odparek se pak opatrně spálí, vyžihá a po vychladnutí v exsikátoru se opět váží.

c) V ý p o ě t . Obsah nitrocelulózy v % ( $x$ ) se vypočítá podle vzorce:

$$x = \frac{(b - c) \cdot 100}{a},$$

kde  $a$  je navážka vzorku podle čl. 7A v g,

$b$  je hmotnost odparku v g,

$c$  je hmotnost zbytku po žihání v g.

Poznámka: U trhavin, které obsahují nitrocelulózu, karboxymethylcelulózu, kysličník křemičitý a stearan zinečnatý vedle sebe, se stanovení podle čl. 18 neprovádí.

### Stanovení obsahu látek rozpustných v kyselině chlorovodíkové

19. Z nerozpustného podílu se oddělí látky rozpustné v kyselině chlorovodíkové a jejich obsah se stanoví vážkově.

a) C h e m i k á l i e

Kyselina chlorovodíková, roztok 5 N

b) P o s t u p z k o u š k y . Do kelímku se zbytkem ze zkoušky podle odstavce 9E umístěného v nálevce odsávacího zařízení<sup>\*)</sup> se po částech přidá 10 ml 5 N roztoku kyseliny chlorovodíkové. Kelímek se přikryje hodinovým sklem a když ustane vývin plynu (CO<sub>2</sub>), filtruje se kvantitativně s použitím mírného podtlaku. Zbytek v kelímku se obdobně promývá celkem 200 ml horké vody (80 °C) a pak suší 3 hodiny při 100 °C a po vychladnutí v exsikátoru se váží.

c) V ý p o ě t . Obsah látek rozpustných v kyselině chlorovodíkové v % ( $x$ ) se vypočítá podle vzorce:

$$x = \frac{(b - c) \cdot 100}{a},$$

\*) Filtrační zařízení podle Witta



- kde  $a$  je navážka vzorku podle čl. 7E v g,  
 $b$  hmotnost zbytku po zkoušce podle čl. 9E v g,  
 $c$  hmotnost zbytku po promývání kyselinou chlorovodíkovou a vodou v g.

### Stanovení obsahu dřevěné moučky

20. Obsah dřevěné moučky se stanoví vážkově.

- a) **P o s t u p z k o u š k y .** Filtr se zbytkem po zkoušce podle čl. 18 (z nerozpustného podílu odstraněn hliník a nitrocelulóza) nebo po zkoušce podle čl. 17 (z nerozpustného podílu odstraněn hliník; nerozpustný zbytek obsahuje nitrocelulózu), popř. vložka papírového filtru se zbytkem po zkoušce podle čl. 9B (nerozpustný podíl neobsahuje ani hliník ani nitrocelulózu) se vloží do předem vyžíhané a zvážené křemenné misky. Obsah misky se opatrně spálí, vyžihá do konstantní hmotnosti a po vychladnutí v exsikátoru se váží.
- b) **V ý p o č e t .** Obsah dřevěné moučky v % ( $x$ ) se vypočítá podle vzorce:

$$x = \frac{(b - c) \cdot 100}{a},$$

- kde  $a$  je navážka vzorku podle čl. 7 v g,  
 $b$  hmotnost zbytku podle čl. 18, resp. 17 nebo 9B v g,  
 $c$  hmotnost zbytku po žihání v g.

- Poznámky: 1. Obsahuje-li nerozpustný podíl uhličitán vápenatý, použije se ve výpočtu ( $c \cdot 1,785$ ), kde 1,785 je přepočítávací koeficient  $\text{CaCO}_3/\text{CaO}$ .  
 2. U trhavin typu DAP se zbytek vzorku po zkoušce podle čl. 19 vyjádří v % jako obsah dřevěné moučky.

### Stanovení celkového obsahu kysličníku křemičitého, mastku, síranu barnatého, uhličitánu vápenatého ev. anorganického barviva

21. Celkový obsah nerozpustných a nespalitelných anorganických složek se stanoví vážkově a vyjádří se v % ( $x$ ) složky přítomné ve vzorku podle vzorce:

$$x = \frac{100 \cdot b}{a},$$

- kde  $a$  je navážka vzorku podle čl. 7 v g,  
 $b$  hmotnost zbytku podle čl. 20 v g.

Poznámka: Obsahuje-li nerozpustný podíl uhličitán vápenatý, použije se ve výpočtu (c . 1,785), kde 1,785 je přepočítávací koeficient  $\text{CaCO}_3/\text{CaO}$ .

### Stanovení obsahu stearanu zinečnatého

22. Obsah stearanu zinečnatého se stanoví z původního vzorku chelatometricky

a) **C h e m i k á l i e**

Kyselina dusičná 65 %

Benzen

Chelaton 3, roztok 0,02 M

Tlumivý roztok podle Schwarzenbacha

Eriochromčerň – indikátor (1 + 100 s chloridem sodným)

b) **P o s t u p z k o u š k y** . Do papírového filtru (modrá páska) připraveného k filtraci na nálevce se naváží 5 g vzorku, filtr s navážkou se umístí do nálevky a v dávkách po 20 ml se promývá celkem 100 ml horkého benzenu. Filtráty se jímají do kádinky na 250 ml, pak se kvantitativně převedou do dělicí nálevky, přidá se 5 ml kyseliny dusičné a 10 minut se intenzivně protřepává. Po rozdělení vrstev se spodní vrstva vypustí do kádinky na 250 ml. Obsah dělicí nálevky se stejným způsobem dvakrát vytřepe 50 ml vody a vodná vrstva se vypustí do kádinky s prvním výtřepkem. Spojené výtřepky se odpaří na vodní lázni k suchu. Odparek se rozpustí ve 100 ml vody, přidá se 5 ml tlumivého roztoku, eriochromčerň – indikátor do vínového zbarvení a titruje se z mikrobyrety 0,02 M roztokem Chelatonu 3 do modrého zbarvení roztoku.

c) **V ý p o č e t** . Obsah stearanu zinečnatého v % ( $x$ ) se vypočítá podle vzorce:

$$x = \frac{b \cdot 0,012646 \cdot 100}{a},$$

kde  $a$  je navážka vzorku v g,

$b$  je spotřeba 0,02 M roztoku Chelatonu 3 v ml.

### Stanovení obsahu pentritu

23. Obsah pentritu se stanoví z obsahu dusíku zjištěného ve vzorku po zmýdelnění a redukci.

a) **C h e m i k á l i e**

Kyselina sírová, roztok 0,5 N

Hydroxid sodný, roztok 5 N, 0,25 N a 30 %

Peroxid vodíku, roztok 6 %

Aceton

Dewardova slitina

Tashiro – indikátor

b) **P o s t u p z k o u š k y .** Do varné baňky destilačního přístroje na stanovení dusíku se naváží 0,7 g vzorku, přidá se 60 až 70 ml acetonu, obsah baňky se několikrát po sobě uvede do varu, po vychladnutí se přidá směs 50 ml roztoku peroxidu vodíku a 5 ml 5 N roztoku hydroxidu sodného, pentrit se zmýdelní mírným povařením za občasného promíchání a obsah baňky se ponechá do druhého dne v klidu. Do baňky se potom přidá 150 ml vody, 4 g Dewardovy slitiny a baňka se spojí přestupníkem a chladičem s předlohou, v níž je předloženo 25 ml 0,5 N roztoku kyseliny sírové. Do baňky se přidá 40 ml 30% roztoku hydroxidu sodného a za chladu se ponechá proběhnout redukce (asi 20 minut). Po ukončení vývinu vodíku se vzniklý čpavek vytěsni varem do předlohy, přičemž se oddestiluje asi 2/3 objemu varné baňky. Nadbytek 0,5 N roztoku kyseliny sírové se po přidavku Tashiro – indikátoru titruje 0,25 N roztokem hydroxidu sodného. Současně se provede slepé stanovení bez vzorku. Při výpočtu se počítá s obsahem dusíku u čistého pentritu 17,52%.

c) **V ý p o č e t .** Obsah pentritu v % ( $t$ ) se vypočítá podle vzorce:

$$t = \frac{(b - c) \cdot 35,02}{17,52 \cdot a},$$

kde  $a$  je navážka vzorku v g,

$b$  spotřeba 0,25 N roztoku hydroxidu sodného na slepé stanovení v ml,

$c$  spotřeba 0,25 N roztoku hydroxidu sodného na vlastní stanovení v ml.

### Stanovení obsahu látek rozpustných ve vodě

24. celkový obsah látek rozpustných ve vodě se stanoví vázkově.

a) **P o s t u p z k o u š k y .** Do kádinky na 250 ml se naváží 5 g vzorku, přidá se 100 ml horké vody (80 °C) a vzorek se rozmělní skleněnou tyčinkou. Po ochlazení se kvantitativně filtruje předem vysušeným a zváženým filtrem (černá páska). Filtrát se jímá do kuželové baňky na 250 ml. Filtr se zbytkem se pak suší 1 hodinu při 100 °C a po vychladnutí v exsikátoru se váží.

b) **V ý p o č e t .** Obsah látek rozpustných ve vodě v % ( $x$ ) se vypočítá podle vzorce:

$$x = \frac{(a - b) \cdot 100}{a},$$

kde  $a$  je navážka vzorku v g,  
 $b$  hmotnost zbytku v g.

### Stanovení obsahu hydrogenuhličitanu sodného

25. Obsah hydrogenuhličitanu sodného se stanoví odměrným roztokem kyseliny chlorovodíkové.

a) **C h e m i k á l i e**

Kyselina chlorovodíková, roztok 1 N  
 Metyloranž – indikátor

b) **P o s t u p z k o u š k y** . Filtrát po zkoušce podle čl. 24 se uvede do varu, v němž se udržuje 2 až 3 minuty. Po ochlazení se přidá 5 kapek metyloranže – indikátoru a titruje se 1 N roztokem kyseliny chlorovodíkové do trvale oranžověčerveného zbarvení.

c) **V ý p o č e t** . Obsah hydrogenuhličitanu sodného v % ( $u$ ) se vypočítá podle vzorce:

$$u = \frac{b \cdot 0,08401 \cdot 100}{a},$$

kde  $a$  je navážka vzorku podle čl. 24 v g,  
 $b$  spotřeba 1 N roztoku kyseliny chlorovodíkové v ml.

### Stanovení celkového obsahu látek nerozpustných v organickém rozpouštědle a ve vodě

26. Obsah látek nerozpustných v organickém rozpouštědle a ve vodě se stanoví vážkově:

a) **C h e m i k á l i e**

Aceton

b) **P o s t u p z k o u š k y** . Do předem vysušeného a zváženého filtračního kelímku typu S2 s vložkou středně hustého papírového filtru se naváží 5 g vzorku a extrahuje se na rychloextraktoru (viz obr. 2) 100 až 150 ml acetonu po dobu 8 hodin. Kelímek

se zbytkem se pak umístí do nálevky a po částech se promývá celkem 250 ml horké vody (80 °C). Kelímek se zbytkem po extrakci acetonem a vodou se suší při teplotě 100 °C do konstantní hmotnosti a po vychladnutí v exsikátoru se váží.

- c) **V ý p o č e t .** Obsah látek nerozpustných v organickém rozpouštědle a ve vodě v % ( $x$ ) se vypočítá podle vzorce:

$$x = \frac{(a - b) \cdot 100}{a},$$

kde  $a$  je navážka vzorku v g,  
 $b$  je hmotnost zbytku v g.

### **Stanovení obsahu síranu barnatého**

**27.** Obsah síranu barnatého se stanoví vážkově.

- a) **P o s t u p z k o u š k y .** Neobsahuje-li vzorek jinou anorganickou složku nerozpustnou v acetonu a ve vodě (např. ocelový prášek), provede se stanovení síranu barnatého takto: Vložka papírového filtru se zbytkem po zkoušce podle čl. 26 se opatrně vpraví do předem vyžíhané a zvážené křemenné misky, spálí se a vyžihá 1 hodinu při teplotě 900 °C. Po vychladnutí v exsikátoru se váží.

- b) **V ý p o č e t .** Obsah síranu barnatého v % ( $v$ ) se vypočítá podle vzorce:

$$v = \frac{100 \cdot b}{a},$$

kde  $a$  je navážka vzorku podle čl. 26 v g,  
 $b$  hmotnost zbytku po žihání v g.

### **Stanovení ocelového prášku**

**28.** Obsah ocelového prášku (vyjádřeného jako železo) se po rozpuštění v kyselině sírové stanoví odměrným roztokem manganistanu draselného.

- a) **C h e m i k á l i e**

Kyselina sírová,  $h = 1,17$

Manganistan draselný, roztok 0,1 N

Zinek práškový

Zimmermann-Reinhardtův roztok

- b) **P o s t u p z k o u š k y .** Vložka papírového filtru se zbytkem po zkoušce podle čl. 26 se opatrně vpraví do kádinky na 500 ml, přidá se 100 ml kyseliny sírové a mírně se zahřeje k rozpuštění. Vzniklý roztok se kvantitativně filtruje do odměrné baňky na 500 ml, při 20 °C se doplní vodou po značku a důkladně se promíchá. Z tohoto roztoku se pipetuje 25 ml do kuželové baňky na 250 ml, přidá se 1 g zinku, baňka se uzavře Bunzenovým ventilem a její obsah se za občasného míchání ponechá stát do rozpuštění zinku a odbarvení roztoku. Pak se přidá 6 až 8 ml roztoku Zimmermann-Reinhardtova a ihned se titruje 0,1 N roztokem manganistanu draselného do růžového zbarvení, které do 15 s nemizí.
- c) **V ý p o č e t .** Obsah ocelového prášku (vyjádřeného jako železo) v % (*Z*) se vypočítá podle vzorce:

$$Z = \frac{b \cdot 0,005585 \cdot 2000}{a},$$

kde *a* je navážka vzorku podle čl. 26 v g.,

*b* spotřeba 0,1 N roztoku manganistanu draselného v ml.

### **Stanovení obsahu změkčovadla, resp. plastického pojidla**

**29.** Obsah změkčovadla (např. polyvinylacetát) v % (*x*), resp. plastického pojidla v % (*y*) se stanoví výpočtem podle vzorců:

$$x = 100 - t - u;$$

$$x = 100 - t - z;$$

$$y = 100 - t;$$

$$y = 100 - t - v,$$

kde *t* je obsah pentritu zjištěný podle čl. 23, v %,

*u* je obsah hydrogenuhličitanu sodného zjištěný podle čl. 25, v %,

*v* je obsah síranu barnatého zjištěný podle čl. 27, v %,

*z* je obsah ocelového prášku zjištěný podle čl. 28, v %.

# Závazný postup č. 58

## Výpočet hlavních výbuchových charakteristik průmyslových trhavin

### Účel a význam výpočtu

1. Na základě znalosti hodnot výbuchových charakteristik vypočtených podle jednotných postupů a pomocí jednotných tabelovaných hodnot lze teoreticky hodnotit trhaviny a je možno je reálně vzájemně porovnávat.

### Všeobecně

2. **K y s l í k o v á b i l a n c e** je rozdíl mezi množstvím kyslíku v trhavině a jeho množstvím potřebným k úplné oxidaci všech složek trhaviny.

Kyslíková bilance v % ( $\gamma$ ) se vypočítá podle vzorců:

$$\gamma = 1,6 \cdot \left[ a_o - \left( 2a_c + \frac{a_H}{2} \right) \right], \quad (1)$$

kde  $a_c$  je počet molů atomů uhlíku v 1 kg trhaviny,

$a_H$  počet molů vodíku v 1 kg trhaviny,

$a_o$  počet molů atomů kyslíku v 1 kg trhaviny,

nebo

$$\gamma = \sum_{i=1}^u \left( \frac{A_i}{100} \right) \cdot \gamma_i, \quad (2)$$

kde  $A_i$  je obsah  $i$ -té složky trhaviny v %,

$\gamma_i$  kyslíková bilance  $i$ -té složky trhaviny odečtené z tab. 1,

$u$  počet složek trhaviny.

3. **V ý b u c h o v é t e p l o** je teplo uvolněné výbuchem 1 kg trhaviny bez přístupu kyslíku, za stálého objemu.

Výbuchové teplo v kJ . kg<sup>-1</sup> ( $Q_v$ ) se vypočítá podle vzorce:

$$Q_v = Q_1 - Q_2, \quad (3)$$

kde  $Q_1$  je součet slučovacích tepel složek trhaviny za stálého objemu při 25 °C v kJ.kg<sup>-1</sup>,  
 $Q_2$  součet slučovacích tepel zplodin výbuchu za stálého objemu při 25 °C v kJ.kg<sup>-1</sup>.

Hodnoty slučovacích tepel některých složek trhavin za stálého objemu při 25 °C jsou uvedeny v tab. 1

4. **V ý b u c h o v á t e p l o t a** je nejvyšší teplota ve °C, které dosáhnou zplodiny výbuchu za předpokladu, že výbuchová přeměna je děj izochorický a že výbuchem uvolněné teplo se úplně spotřebuje na změnu vnitřní energie zplodin. Výbuchová teplota se určí tak, aby součet změn vnitřních energií zplodin pro tuto teplotu se rovnal hodnotě výbuchového tepla.

Výbuchová teplota ve °C ( $t_v$ ) se vypočítá podle vzorce:

$$t_v = \frac{(Q_v - \Delta U_1)(t_2 - t_1)}{\Delta U_2 - \Delta U_1} + t_1, \quad (4)$$

kde  $t_1$  je nejbližší nižší teplota vzhledem k  $t_v$  ve °C,

$t_2$  nejbližší vyšší teplota vzhledem k  $t_v$  ve °C,

$\Delta U_1$  součet změn vnitřních energií zplodin při  $t_1$  v kJ.kg<sup>-1</sup>,

$\Delta U_2$  součet změn vnitřních energií zplodin při  $t_2$  v kJ.kg<sup>-1</sup>.

5. **M ě r n ý o b j e m p l y n n ý c h z p l o d i n v ý b u c h u** je objem zplodin vzniklých při výbuchu 1 kg trhaviny vyjádřený v dm<sup>3</sup> a vztažený na teplotu 0 °C a tlak 101,3 kPa. Skupenství zplodin se uvažuje při výbuchové teplotě. Měrný objem plyných zplodin výbuchu při 0 °C a 101,3 kPa v dm<sup>3</sup> ( $V_o$ ) se vypočítá podle vzorce:

$$V_o = 22,4 \cdot n, \quad (5)$$

kde  $n$  je počet molů plyných zplodin vzniklých z 1 kg trhaviny,

22,4 objem 1 molu ideálního plynu při teplotě 0 °C a tlaku 101,3 kPa v dm<sup>3</sup>.

### Zásady výpočtu

6. Výpočet se vztahuje na 1 kg trhaviny daného chemického složení, jak je např. uvedeno v materiálovém listu trhaviny. Výpočet nezahrnuje obal trhaviny.



7. Tepelné efekty jsou vztaženy na systém „trhavina - okolí“.

8. Při výpočtu se uvažuje s výbušnou přeměnou trhaviny ve zplodiny výbuchu, která probíhá izochoricky, v zanedbatelně krátké době, přičemž všechny chemické reakce proběhnou v podmínkách výbuchu úplně.

9. Jestliže je trhavina sestavena ze složek obsahujících pouze atomy uhlíku (C), vodíku (H), dusíku (N) a kyslíku (O), pak zplodiny výbuchu této trhaviny obsahují

- a) u trhavin s kladnou nebo vyrovnanou kyslíkovou bilancí kysličník uhličitý ( $\text{CO}_2$ ), vodu ( $\text{H}_2\text{O}$ ), dusík ( $\text{N}_2$ ), popř. kyslík ( $\text{O}_2$ ),
- b) u trhavin s mírně zápornou kyslíkovou bilancí kysličník uhličitý ( $\text{CO}_2$ ), kysličník uhelnatý ( $\text{CO}$ ), vodu ( $\text{H}_2\text{O}$ ), vodík ( $\text{H}_2$ ) a dusík ( $\text{N}_2$ ).

Vztah mezi koncentracemi  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  a  $\text{H}_2$  je určen rovnovážnou konstantou reakce vodního plynu při výbušové teplotě. Jiné reakce uvedených zplodin se neuvažují.

10. Obsahují-li trhaviny kromě atomů C, H, N a O i atomy jiných prvků (halogenů, kovy apod.) vzniklé zplodiny výbuchu jsou sloučeniny nejstabilnější v podmínkách výbušné přeměny. Při tom je nutno uvažovat i vzájemnou reakci zplodin výbuchu.

Obsahuje-li trhavina reaktivní kov (např. hliník, hořčík), pak se tento kov oxiduje při výbuchu přednostně až na svůj nejstabilnější kysličník.

Inertní složky trhavin (např. síran barnatý, chlorid sodný a draselný, kysličníky kovů 8. skupiny) se při výbuchu chemicky nemění.

11. Tohoto postupu je možno u trhavin se zápornou kyslíkovou bilancí použít jen tehdy, jsou-li splněny podmínky

$$a_O < \frac{1}{2} a_H + 2a_C,$$

$$a_O < a_C,$$

- kde  $a_C$  je počet molů atomů uhlíku v 1 kg trhaviny,  
 $a_H$  počet molů atomů vodíku v 1 kg trhaviny,  
 $a_O$  počet molů kyslíku v 1 kg trhaviny.

Jsou-li v trhavině přítomny i jiné prvky, které se při výbuchu oxidují kyslíkem z trhaviny, je třeba tyto skutečnosti ve smyslu čl. 10 zahrnout do celkové bilance.

## Obecný postup výpočtu výbuchových charakteristik trhaviny

### Kyslíková bilance

12. Vypočítá se sumární vzorec trhaviny  $C_{a_C}H_{a_H}N_{a_N}O_{a_O}$ , kde  $a_C$ ,  $a_H$ ,  $a_N$ ,  $a_O$  jsou počty molů atomů uvedených prvků v 1 kg trhaviny. Počet molů atomů jednotlivých prvků se vypočítá podle vzorce:

$$a = \sum_{i=1}^u \left( \frac{A_i}{100} \right) \cdot a_i \quad (6)$$

kde  $a$  je počet molů atomů prvku v 1 kg trhaviny,

$A_i$  obsah  $i$ -té složky trhaviny v %,

$a_i$  počet molů atomů prvku v 1 kg  $i$ -té složky trhaviny z tab. 1,

$u$  počet složek trhaviny.

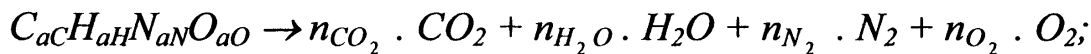
Kyslíková bilance se pak vypočítá podle vzorce (1) v čl. 2.

13. Vypočítá se kyslíková bilance trhaviny ( $\gamma$ ) podle vzorce (2) v čl. 2.

### Výbuchové teplo

14. Sestaví se rovnice rozkladu trhaviny s předpokládanými zplodinami výbuchu ve smyslu čl. 9. Rovnice se vyřeší a vyčíslí pro jednotlivé zplodiny:

a) při  $\gamma \geq 0$



$$a_C = n_{CO_2}; \quad \frac{a_H}{2} = n_{H_2O}; \quad \frac{a_N}{2} = n_{N_2}; \quad 2n_{CO_2} + n_{H_2O} + 2n_{O_2} = a_O$$

b) při  $\gamma < 0$



$$n_{CO_2} + n_{CO} = a_C; \quad 2n_{H_2O} + 2n_{H_2} = a_H; \quad 2n_{N_2} = a_N;$$

$$2n_{CO_2} + n_{CO} + n_{H_2O} = a_o;$$

$$\frac{n_{CO} \cdot n_{H_2O}}{n_{CO_2} \cdot n_{H_2}} = K_t,$$

kde  $n_{CO_2}$ ,  $n_{CO}$ ,  $n_{H_2O}$ ,  $n_{H_2}$  a  $n_{N_2}$  jsou počty molů uvedených zplodin vzniklých z 1 kg trhaviny.

Rovnici podle b) je možno řešit např. pro hodnotu  $n_{CO_2}$  ve tvaru:

$$n_{CO_2} = \frac{-\left[K_t \cdot \left(\frac{a_H}{2} + a_C - a_O\right) + a_O\right] + \sqrt{\left[K_t \cdot \left(\frac{a_H}{2} + a_C - a_O\right) + a_O\right]^2 - 4(K_t - 1)a_C \cdot (a_C - a_O)}}{2 \cdot (K_t - 1)},$$

kde  $K_t$  je rovnovážná konstanta reakce vodního plynu při zvolené teplotě  $t$ , o niž se předpokládá, že je blízká výbuchové teplotě  $t_v$ . Hodnota konstanty  $K_t$  pro různé teploty je uvedena v tab. 3.

15. Součet slučovacích tepel složek trhaviny ( $Q_1$ ) se vypočítá ze složení trhaviny a hodnot slučovacích tepel složek trhaviny (viz tab. 1) podle vzorce:

$$Q_1 = \sum_{i=1}^u \left( \frac{A_i}{100} \right) \cdot q_{1i}, \quad (7)$$

kde  $q_{1i}$  je slučovací teplo  $i$ -té složky trhaviny v  $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,

$A_i$  obsah  $i$ -té složky trhaviny v %,

$u$  celkový počet složek trhaviny.

16. Součet slučovacích tepel zplodin  $Q_2$  se vypočítá ze složení zplodin vypočítaného podle čl. 14a), resp. 14b) a slučovacích tepel zplodin (viz tab. 1) podle vzorce:

$$Q_2 = \sum_{i=1}^m n_i q_{2i} \quad (8)$$

kde  $q_{2i}$  je slučovací teplo  $i$ -té zplodiny v  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,  
 $n_i$  počet molů  $i$ -té zplodiny vzniklých z 1 kg trhaviny,  
 $m$  celkový počet uvažovaných zplodin.

17. Výbuchové teplo trhaviny se vypočítá podle vzorce (3) v čl. 3 ze součtů slučovacích tepel složek trhaviny a slučovacích tepel zplodin vypočítaných postupem podle čl. 15 a čl. 16.

### Výbuchová teplota

18. Pro předpokládané zplodiny určené podle čl. 14 se vypočítá součet změn vnitřních energií ( $\Delta U$ ) při zvolené teplotě  $t$ , pro kterou se předpokládá, že je blízká výbuchové teplotě  $t_v$ , podle vzorce:

$$\Delta U = \sum_{i=1}^m \Delta U_i \cdot n_i \quad (9)$$

kde  $\Delta U_i$  je změna vnitřní energie 1 molu  $i$ -té zplodiny při teplotě  $t$  v  $\text{kJ}$ ,  
 $n_i$  počet molů  $i$ -té zplodiny vzniklých z 1 kg trhaviny,  
 $m$  celkový počet uvažovaných zplodin.

Hodnoty vnitřních energií některých zplodin výbuchu v závislosti na teplotě jsou uvedeny v tab. 2.

Porovná se hodnota výbuchového tepla vypočítaná podle čl. 17 se součtem změn vnitřních energií zplodin podle čl. 18.

Neshodují-li se hodnoty  $\Delta U$  a  $Q_v$ , opakuje se postup od čl. 14 včetně, přičemž teplota  $t$  se volí vždy o 100 °C vyšší nebo nižší tak, až absolutní hodnota rozdílu  $Q_v - \Delta U$  je minimální. Zvolená teplota, pro kterou platí tato podmínka, leží nejbližší výbuchové teplotě  $t_v$ . Výbuchová teplota se pak vypočítá podle vzorce (4) v čl. 4.

### Měrný objem plynných zplodin výbuchu

19. Měrný objem plynných zplodin výbuchu se vypočítá podle vzorce (5) v čl. 5 z počtu molů zplodin výbuchu vypočítaných podle čl. 14.

Tab. 1. POČTY MOLŮ ATOMŮ PRVKŮ V 1 kg, KYSLÍKOVÉ BILANCE, RELATIVNÍ MOLEKULOVÉ HMOTNOSTI A SLUČOVACÍ TEPLA ZA STÁLÉHO OBJEMU PŘI 25 °C A 101,3 kPa NĚKTERÝCH SLOŽEK TRHAVIN A ZPLODIN VÝBUCHU

Látka	Sumární vzorec	Počet molů atomů prvků v 1 kg					Kyslíková bilance (%)	Relativní molekulová hmotnost (kg.mol <sup>-1</sup> )	Slučovací teplo (kJ.mol <sup>-1</sup> )	Slučovací teplo (kJ.kg <sup>-1</sup> )
		C	H	N	O	ostatní				
Dichroman draselný	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	-	-	-	23,79	6,80 K 6,80 Cr	+ 16,31	294,18	- 2025,7	- 6885,9
Dichroman sodný	Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	-	-	-	26,72	7,63 Na 7,63 Cr	+ 18,32	261,97	- 1954,9	- 7462,3
Dusičnan amonný	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	-	49,97	24,98	37,48	-	+ 20,00	80,04	- 354,2	- 4425,3
Dusičnan barnatý	Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	-	-	7,65	22,95	3,82 Ba	+ 30,61	261,34	- 982,6	- 3759,9
Dusičnan draselný	KNO <sub>3</sub>	-	-	9,89	29,67	9,89 K	+ 39,56	101,10	- 488,1	- 4827,9
Dučičnan hořečnatý	Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	-	-	13,48	40,45	6,74 Mg	+ 53,93	148,31	- 780,2	- 5260,6
Dusičnan sodný	NaNO <sub>3</sub>	-	-	11,76	35,29	11,76 Na	+ 47,05	84,99	- 457,7	- 5385,3
Dusičnan vápenatý	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	-	-	12,19	36,56	6,09 Ca	+ 48,75	164,09	- 927,9	- 5654,8
Hliník	Al	-	-	-	-	37,06 Al	- 88,96	26,98	0,0	0,0
Hydrogenuhličitan sodný	NaHCO <sub>3</sub>	11,90	11,90	-	35,70	11,90 Na	0,00	84,01	- 943,3	- 11228,4
Chlorid amonný	NH <sub>4</sub> Cl	-	74,78	18,69	-	18,69 Cl	- 44,86	53,49	- 308,1	- 5760,0
Chlorid draselný	KCl	-	-	-	-	13,41 K 13,41 Cl	0,00	74,55	- 434,9	- 5833,7
Chlorid hořečnatý	MgCl <sub>2</sub>	-	-	-	-	10,50 Mg 21,00 Cl	0,00	95,21	- 639,0	- 6711,5
Chlorid sodný	NaCl	-	-	-	-	17,11 Na 17,11 Cl	0,00	58,44	- 410,1	- 7017,5
Chlorid vápenatý	CaCl <sub>2</sub>	-	-	-	-	9,01 Ca 18,02 Cl	0,00	110,98	- 792,9	- 7144,5
Chlorovodík	HCl	-	27,43	-	-	27,43 Cl	0,00	36,46	- 92,4	- 2534,3

Látka	Sumární vzorec	Počet molů atomů prvků v 1 kg					Kyslíková bilance (%)	Relativní molekulová hmotnost (kg.mol <sup>-1</sup> )	Slučovací teplo (kJ.mol <sup>-1</sup> )	Slučovací teplo (kJ.kg <sup>-1</sup> )
		C	H	N	O	ostatní				
Chloristan amonný	NH <sub>4</sub> ClO <sub>4</sub>	-	34,04	8,51	34,04	8,51 Cl	+ 34,04	117,49	- 283,6	- 2413,8
Chloristan draselný	KClO <sub>4</sub>	-	-	-	28,87	7,22 K 7,22 Cl	+ 40,42	138,55	- 423,4	- 3055,9
Kysličník barnatý	BaO	-	-	-	6,52	6,52 Ba	0,00	153,33	- 557,3	- 3634,6
Kysličník horečnatý	MgO	-	-	-	24,80	24,80 Mg	0,00	40,30	- 600,4	- 14898,3
Kysličník hlinitý	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (α)	-	-	-	29,43	19,62 Al	0,00	101,96	- 1672,7	- 16405,5
Kysličník hlinitý	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (γ)	-	-	-	29,43	19,62 Al	0,00	101,96	- 1654,2	- 16224,0
Kysličník chromitý	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	-	19,73	13,16 Cr	0,00	151,99	- 1125,5	- 7405,1
Kysličník křemičitý	SiO <sub>2</sub>	-	-	-	33,30	16,65 Si	0,00	60,08	- 857,4	- 14271,0
Kysličník olovnatý	PbO (červený)	-	-	-	4,48	4,48 Pb	0,00	223,20	- 218,1	- 977,2
Kysličník olovnatý	PbO (žlutý)	-	-	-	4,48	4,48 Pb	0,00	223,20	- 216,7	- 970,9
Kysličník siřičitý	SO <sub>2</sub>	-	-	-	31,22	15,61 S	0,00	64,06	- 297,1	- 4637,8
Kysličník uhelnatý	CO	35,70	-	-	35,70	-	- 57,12	28,01	- 111,8	- 3991,4
Kysličník uhličitý	CO <sub>2</sub>	22,72	-	-	45,44	-	0,00	44,01	- 393,8	- 8948,0
Kysličník vápenatý	CaO	-	-	-	17,83	17,83 Ca	0,00	56,08	- 634,7	- 11317,8
Kysličník zinečnatý	ZnO	-	-	-	12,29	12,29 Zn	0,00	81,38	- 346,9	- 4262,7
Kysličník železitý	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	-	18,78	12,52 Fe	0,00	159,69	- 822,3	- 5149,4
Síran barnatý	BaSO <sub>4</sub>	-	-	-	17,14	4,28 Ba 4,28 S	0,00	233,39	- 1461,2	- 6260,8
Uhličitan draselný	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	7,23	-	-	21,71	14,47 K	0,00	138,21	- 1143,2	- 8271,5
Uhličitan sodný	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	9,43	-	-	28,29	18,86 Na	0,00	105,99	- 1127,9	- 10641,5
Uhličitan vápenatý	CaCO <sub>3</sub>	9,99	-	-	29,97	9,99 Ca	0,00	100,09	- 1208,3	- 12072,2
Voda	H <sub>2</sub> O (g)	-	111,05	-	55,52	-	0,00	18,02	- 240,7	- 13357,4

Látka	Sumární vzorec	Počet molů atomů prvků v 1 kg					Kyslíková bilance (%)	Relativní molekulová hmotnost ( $\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$ )	Slučovací teplo ( $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ )	Slučovací teplo ( $\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ )
		C	H	N	O	ostatní				
Voda	$\text{H}_2\text{O}$ (l)	-	111,05	-	55,52	-	0,00	18,02	- 282,2	- 15660,4
Celulóza	$\text{C}_{24}\text{H}_{40}\text{O}_{20}$	37,01	61,68	-	30,84	-	- 118,42	648,56	- 888,6	- 1370,1
Dianylftalát	$\text{C}_{18}\text{H}_{26}\text{O}_4$	58,75	84,86	-	13,06	-	- 234,99	306,40	- 887,7	- 2897,2
Dibutylftalát	$\text{C}_{16}\text{H}_{22}\text{O}_4$	57,48	79,04	-	14,37	-	- 224,18	278,35	- 810,9	- 2913,2
Diethylftalát	$\text{C}_{12}\text{H}_{14}\text{O}_4$	54,00	63,00	-	18,00	-	- 194,40	222,24	- 754,8	- 3396,3
Difenylamin	$\text{C}_{12}\text{H}_{11}\text{N}$	70,91	65,01	5,91	-	-	- 278,93	169,23	+ 144,9	+ 856,2
Diglykoldinitrát	$\text{C}_4\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_7$	20,40	40,80	10,20	35,70	-	- 40,80	196,12	- 412,3	- 2102,3
2,4-dinitrotoluen	$\text{C}_7\text{H}_6\text{N}_2\text{O}_4$	38,44	32,94	10,98	21,96	-	- 114,20	182,14	- 56,7	- 311,3
2,6-dinitrotoluen	$\text{C}_7\text{H}_6\text{N}_2\text{O}_4$	38,44	32,94	10,98	21,96	-	- 114,20	182,14	- 29,1	- 159,8
Dřevěná moučka		41,70	60,40	-	27,00	-	- 137,00			- 4563,6
Ethylendiamin-dinitrát	$\text{C}_2\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_6$	10,75	53,73	21,49	32,24	-	- 25,79	186,14	- 599,0	- 3218,0
Ethylenglykol	$\text{C}_2\text{H}_8\text{O}_2$	32,22	96,66	-	32,22	-	- 128,88	62,07	- 445,3	- 7174,2
Ethylnitrát	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_3$	21,96	54,90	10,98	32,94	-	- 61,49	91,07	- 179,4	- 1969,9
Glycerintrinitrát	$\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9$	13,21	22,02	13,21	39,63	-	+ 3,52	227,09	- 349,9	- 1540,8
Glykoldinitrát	$\text{C}_2\text{H}_4\text{N}_2\text{O}_6$	13,15	26,30	13,15	39,46	-	0,00	152,06	- 214,2	- 1408,7
Guanidinnitrát	$\text{CH}_6\text{N}_4\text{O}_3$	8,19	49,14	32,76	24,57	-	- 26,21	122,08	- 373,3	- 3057,8
Guarová moučka		37,26	55,89	-	31,05	-	- 114,21			- 6899,8
Hexogen	$\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6\text{O}_6$	13,50	27,01	27,01	27,01	-	- 21,61	222,12	+ 71,0	+ 319,6
Hydrazinnitrát	$\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_3$	-	52,60	31,56	31,56	-	+ 8,42	95,06	- 215,5	- 2267,0
Kafr	$\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}$	65,69	105,10	-	6,57	-	- 283,78	152,24	- 305,9	- 2009,3
Karboxymethylcelulóza		31,09	62,19	-	34,98	-	- 93,28			- 5024,2

Látka	Sumární vzorec	Počet molů atomů prvků v 1 kg					Kyslíková bilance (%)	Relativní molekulová hmotnost (kg.mol <sup>-1</sup> )	Slučovací teplo (kJ.mol <sup>-1</sup> )	Slučovací teplo (kJ.kg <sup>-1</sup> )
		C	H	N	O	ostatní				
Hydrogenšťavelan draselný	C <sub>2</sub> HO <sub>4</sub> K	15,61	7,80	-	31,22	7,80 K	- 12,49	128,13	- 1110,8	- 8669,3
Hydrogenšťavelan sodný	C <sub>2</sub> HO <sub>4</sub> Na	17,86	8,93	-	35,71	8,93 Na	- 14,28	112,02	- 1073,2	- 9580,4
Kyselina octová	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	33,30	66,61	-	33,30	-	- 106,58	60,05	- 477,2	- 7946,7
Methylaminnitrát	CH <sub>6</sub> N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,63	63,78	21,26	31,89	-	- 34,02	94,07	- 327,8	- 3484,6
Močovina	CH <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O	16,65	66,60	33,30	16,65	-	- 79,92	60,06	- 325,2	- 5414,6
Mravenčan amonný	CH <sub>3</sub> NO <sub>2</sub>	15,86	79,29	15,86	31,72	-	- 63,43	63,06	- 546,1	- 8660,0
Mravenčan draselný	CHO <sub>2</sub> K	11,89	11,89	-	23,78	11,89 K	- 9,51	84,12	- 657,8	- 7819,8
Mravenčan sodný	CHO <sub>2</sub> Na	14,70	14,70	-	29,40	14,70 Na	- 11,76	68,01	- 644,4	- 9475,1
Mravenčan vápenatý	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O <sub>4</sub> Ca	15,37	15,37	-	30,74	7,68 Ca	- 24,59	130,12	- 1347,0	- 10352,0
Nafta		71,66	129,60	-	-	-				- 3821,0
Nitrát močoviny	CH <sub>5</sub> N <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	8,12	40,63	24,38	32,50	-	- 6,50	123,07	- 465,8	- 3784,8
Nitrocelulóza										
11,5 % N		23,33	30,68	8,21	35,86	-	- 41,83			- 2844,0
12,0 % N		22,74	29,33	8,57	36,08	-	- 38,50			- 2719,0
12,5 % N		22,14	27,99	8,92	36,30	-	- 35,17			- 2593,0
13,0 % N		21,55	26,64	9,28	36,52	-	- 31,84			- 2469,0
Nitroguanidin	CH <sub>4</sub> N <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	9,61	38,44	38,44	19,22	-	- 30,75	104,07	- 80,6	- 774,5
Nitromanit	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> N <sub>6</sub> O <sub>18</sub>	13,27	17,70	13,27	39,81	-	+ 7,08	452,16	- 596,7	- 1319,7
Nitromethan	CH <sub>3</sub> NO <sub>2</sub>	16,38	49,15	16,38	32,76	-	- 39,32	61,04	- 105,7	- 1731,7
l-nitronaftalen	C <sub>10</sub> H <sub>7</sub> NO <sub>2</sub>	57,75	40,43	5,78	11,55	-	- 198,66	173,17	+ 55,1	+ 318,2
Oktogen	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub> N <sub>8</sub> O <sub>8</sub>	13,50	27,01	27,01	27,01	-	- 21,61	296,16	+ 104,7	+ 353,5
Parafin	C <sub>25</sub> H <sub>52</sub>	70,88	147,45	-	-	-	- 344,80	352,69	- 700,1	- 1985,0



Látka	Sumární vzorec	Počet molů atomů prvků v 1 kg					Kyslíková bilance (%)	Relativní molekulová hmotnost (kg.mol <sup>-1</sup> )	Slučovací teplo (kJ.mol <sup>-1</sup> )	Slučovací teplo (kJ.kg <sup>-1</sup> )
		C	H	N	O	ostatní				
Pentrit	C <sub>5</sub> H <sub>8</sub> N <sub>4</sub> O <sub>12</sub>	15,81	25,30	12,65	37,96	-	- 10,12	316,14	- 502,8	- 1590,4
Pikran amonný	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> N <sub>4</sub> O <sub>7</sub>	24,38	24,38	16,25	28,44	-	- 52,00	246,14	- 365,8	- 1486,1
Polyethylen		71,30	142,60	-	-	-	- 342,24			- 1910,6
Polystyren		70,09	70,09	-	-	-	- 307,27			+ 246,2
Stearan vápenatý	C <sub>36</sub> H <sub>70</sub> O <sub>4</sub> Ca	59,31	115,32	-	6,59	1,65 Ca	- 274,13	608,03	- 2581,0	- 4244,9
Stearan zinečnaný	C <sub>36</sub> H <sub>70</sub> O <sub>4</sub> Zn	56,93	110,71	-	6,33	1,58 Zn	- 263,16	633,33	- 2839,7	- 4483,8
Šťavelan diamonný	C <sub>2</sub> H <sub>8</sub> N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	16,12	64,46	16,12	32,23	-	- 51,57	124,10	- 1107,7	- 8925,9
Šťavelan didraselný	C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> K <sub>2</sub>	12,03	-	-	24,07	12,03 K	- 9,63	166,22	- 1338,1	- 8050,2
Šťavelan disodný	C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> Na <sub>2</sub>	14,92	-	-	29,85	14,92 Na	- 11,94	133,99	- 1310,5	- 9780,6
Šťavelan vápenatý	C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> Ca	15,61	-	-	31,23	7,81 Ca	- 12,49	128,10	- 1386,0	- 10819,7
Tetryl	C <sub>7</sub> H <sub>5</sub> N <sub>5</sub> O <sub>8</sub>	24,38	17,41	17,41	27,86	-	- 47,36	287,15	+ 78,0	+ 271,6
Trimethylamin-nitrát	C <sub>3</sub> H <sub>10</sub> N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24,56	81,88	16,38	24,56	-	- 104,80	122,12	- 287,5	- 2354,2
Trinitrobenzen	C <sub>6</sub> H <sub>3</sub> N <sub>3</sub> O <sub>6</sub>	28,15	14,08	14,08	28,15	-	- 56,31	213,11	- 28,7	- 134,7
Trinitrorezorcin	C <sub>6</sub> H <sub>3</sub> N <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	24,48	12,24	12,24	32,64	-	- 35,90	245,11	- 417,6	- 1703,7
Trinitrotoluen	C <sub>7</sub> H <sub>5</sub> N <sub>3</sub> O <sub>6</sub>	30,82	22,01	13,21	26,42	-	- 73,97	227,13	- 49,7	- 218,8

Tab. 2. HODNOTY VNITŘNÍCH ENERGIÍ V  $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$  NĚKTERÝCH ZPLODIN VÝBUCHU V ZÁVISLOSTI NA TEPLOTĚ

Teplota (°C)	Hodnoty vnitřních energií v $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$														
	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O(g)	H <sub>2</sub> O(l)	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	BaO	CaO	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	KCl	NaCl	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>
700	27,1	20,1	62,9	16,7	15,5	15,7	14,8	75,4	36,0	36,4	91,7	38,9	39,4	88,8	44,8
800	31,7	23,4	66,2	19,3	18,0	18,2	17,0	87,9	42,3	42,7	105,5	72,0	45,6	102,2	53,2
900	36,5	26,8	69,6	22,1	20,5	20,8	19,2	101,3	48,6	49,0	152,0	78,3	82,5	145,3	62,0
1000	41,3	30,3	73,1	23,6	23,0	23,4	21,5	115,1	55,2	55,7	166,2	84,6	89,2	159,1	70,8
1100	46,2	34,0	76,8	27,6	25,6	26,0	23,8	128,9	62,0	62,8	180,5	90,9	95,9	172,9	80,0
1200	51,2	37,9	80,5	30,4	28,3	28,7	26,2	143,6	69,1	69,9	194,7	97,1	102,6	187,1	90,0
1300	56,2	41,5	84,3	33,2	30,9	31,4	28,6	158,7	76,6	77,0	209,3	103,4	109,3	201,4	100,1
1400	61,3	45,4	88,3	36,1	33,6	34,1	31,0	173,8	83,7	84,2	224,0	109,7	116,0	216,0	110,5
1500	66,5	49,4	92,2	39,0	36,3	36,8	33,5	189,2	91,3	91,7	238,6	124,8	128,1	230,7	121,0
1600	71,6	53,5	96,3	41,9	39,1	39,6	36,0	205,6	98,8	99,7	253,3	139,8	149,9	245,3	131,5
1700	76,9	57,6	100,4	44,8	41,8	42,4	38,6	221,9	106,8	107,6	268,4	154,9	171,7	260,0	141,9
1800	82,1	61,8	104,7	48,2	44,6	45,2	41,2	238,7	115,6	115,6	283,4	170,0	193,8	275,1	152,4
1900	87,4	66,1	108,9	50,7	47,4	48,0	43,8	255,8	170,8	123,9	298,9	185,1	215,6	290,1	162,9
2000	92,7	70,4	113,2	53,8	50,2	50,8	46,5	273,4	180,5	132,5	314,4	200,1	237,4	305,6	173,3
2100	98,0	74,7	117,6	56,0	53,0	53,7	49,2	399,8	194,3	141,1	329,9	215,2	259,6	321,1	183,8
2200	103,4	79,1	121,9	59,8	55,8	56,5	51,9	417,8	208,1	149,9	345,4	230,3	281,4	336,6	194,3
2300	108,8	83,6	126,4	62,9	58,7	59,4	54,7	435,8	221,9	158,7	361,3	245,3	303,1	352,1	204,7
2400	114,2	88,0	130,9	66,0	61,5	62,3	57,4	453,8	235,7	167,9	377,2	260,4	325,3	368,0	215,2
2500	119,6	92,5	135,3	69,1	64,4	65,1	60,2	471,9	249,1	176,7	393,6	275,5	334,1	383,9	225,7
2600	125,0	97,1	139,9	72,2	67,2	68,0	63,1	489,9	262,9	186,3	409,9	290,6	337,0	400,3	236,1
2700	130,5	101,7	144,5	75,4	70,1	70,9	65,9	507,9	276,7	195,5	426,2	305,6	340,4	416,6	246,6
2800	135,9	106,3	149,1	78,6	73,0	73,8	68,7	525,9	290,6	256,2	442,5	320,7	343,0	432,9	257,1
2900	141,4	110,8	153,7	81,8	75,9	76,7	71,6	543,9	304,0	265,9	459,3	335,8	346,7	449,2	267,5
3000	146,9	115,4	158,3	84,9	78,8	79,6	74,5	561,9	317,4	275,9	476,0	338,7	349,6	466,0	278,0

<i>Teplota (°C)</i>	<i>Hodnoty vnitřních energií v kJ.mol<sup>-1</sup></i>														
	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O(g)	H <sub>2</sub> O(l)	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CO	H <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	BaO	CaO	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	KCl	NaCl	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>
3100	152,4	120,1	162,9	88,2	81,7	82,5	77,4	579,9	331,2	285,5	492,8	342,1	352,9	482,7	288,5
3200	158,0	124,7	167,6	91,4	84,6	85,5	80,3	597,9	345,0	295,6	509,5	345,4	356,3	499,9	298,9
3300	163,5	129,5	172,3	94,7	87,5	88,3	83,3	615,9	358,8	305,6	526,3	347,5	359,6	517,1	309,4
3400	169,1	134,2	177,1	97,9	90,4	91,3	86,2	633,9	372,6	316,1	543,0	352,1	363,0	534,2	319,9
3500	174,7	139,0	181,8	101,2	93,3	94,2	89,2	651,9	386,0	326,6	559,8	355,5	366,3	551,8	330,3
3600	180,2	143,7	186,8	104,5	96,3	97,1	92,2	669,9	399,8	336,6	576,9	358,8	369,7	569,4	340,8
3700	185,8	148,5	191,3	107,9	99,1	100,1	95,2	687,9	413,7	347,1	594,1	362,2	373,0	587,0	351,3
3800	191,4	153,3	196,1	111,2	102,1	103,0	98,2	705,9	427,5	358,0	611,3	365,5	376,4	605,0	361,7
3900	197,0	158,1	200,9	114,5	105,0	106,0	101,2	723,9	441,3	368,4	628,4	368,9	379,7	623,0	372,2

Tab. 3 HODNOTY ROVNOVÁŽNÉ KONSTANTY REAKCE VODNÍHO PLYNU V ZÁVISLOSTI NA TEPLOTĚ

<i>Teplota t (°C)</i>	<i>K<sub>t</sub></i>	<i>Teplota t (°C)</i>	<i>K<sub>t</sub></i>
600	0,378	2600	7,210
700	0,625	2700	7,429
800	0,931	2800	7,635
900	1,284	2900	7,829
1000	1,670	3000	8,011
1100	2,079	3100	8,181
1200	2,498	3200	8,341
1300	2,920	3300	8,491
1400	3,339	3400	8,632
1500	3,748	3500	8,764
1600	4,145	3600	8,888
1700	4,528	3700	9,005
1800	4,894	3800	9,115
1900	5,243	3900	9,218
2000	5,574	4000	9,315
2100	5,888	4100	9,406
2200	6,185	4200	9,492
2300	6,465	4300	9,573
2400	6,728	4400	9,649
2500	6,977	4500	9,721“.